

## PENELITIAN PENGEMBANGAN IGNITER UNTUK PELUNCURAN ROKET LAPAN TH 1996

*Sauman, Mashuda Yusuf*

### **Ringkasan**

*Setiap program penerbangan roket perlu igniter, di mana setiap penelitian igniter diperhitungkan ruang bebas untuk menentukan berat isian piroteknik suatu igniter. Untuk menghindari kegagalan penyalaan awal, maka squip disediakan dua squip sebagai penyala black powder, sehingga dengan arus listrik squip akan berhasil menyalakan black powder.*

### **1. PENDAHULUAN**

Penyiapan igniter sebagai pendukung program peluncuran roket tahun 1996, dilakukan dengan penelitian dan pengembangan. Tahapan penelitian igniter adalah menghitung berat isian piroteknik, dilakukan diuji coba, kemudian dilakukan analisis, sehingga menghasilkan igniter yang diharapkan. Untuk mendapatkan igniter sesuai persyaratan teknis dan siap operasional, dimulai secara fisual meliputi pembuatan kerangka selongsong beserta kelengkapannya, dan isian piroteknik yang telah diperhitungkan dan percobaan di laboratorium.

Igniter dapat dinyatakan "baik" dan memenuhi syarat operasi, apabila bahan igniter case memenuhi standar, selongsong (case) menggunakan pipa pejal alumunium campuran, dan tangkai dari baja 37. Pembuatan selongsong dan kelengkapannya sampai selesainya secara fisual terkendali, sehingga ukuran dimensi, kelurusan, ketepatan sesuaian bisa tepat dan susunan komponen igniter case bisa terangkai secara utuh. Pada selongsong igiter terdapat lubang api sebagai saluran pancar api nyala igniter untuk menyalakan propelan, maka besar diameter, dan jumlah lubang perlu diperhatikan dan dikontrol. Supaya igniter dapat beroperasi dan berfungsi, maka harus ada isian piroteknik, dan dibuat rangkaian listrik sebagai sumber arus penyala. Dengan isian piroteknik yang cukup energi, pancaran api igniter harus mampu menyalakan propelan di ruang bakar roket.

Persyaratan bahan piroteknik untuk diisikan pada igniter adalah; berat isian tertimbang "benar" sesuai dengan perhitungan, komposisi dan kandungan unsur kimia terjamin baik.

Persyaratan teknis igniter meliputi adanya ruang bebas di dalam rongga propelan. Berat isian piroteknik dihitung berdasar rumus literatur. Ukuran diameter case tidak boleh melebihi diameter grain propelan. Ada sumber penyala (power supply DC)

Untuk program khusus (peluncuran) igniter case dan isian perlu diuji coba dan dilakukan berulang kali sehingga menemukan kondisi yang memenuhi persyaratan teknis, sehingga didapat igniter case yang disiapkan memenuhi syarat operasional yang diharapkan.

Untuk jelasnya penelitian dan pengembangan igniter dalam program peluncuran roket RX Lapan, sbb:

### **1.1. Tujuan**

- 1) Menyiapkan dan membuat igniter untuk mendukung program peluncuran roket tahun 1996.
- 2) Menyempurnakan penelitian igniter, dengan merekayasa model, memperbaiki lubang saluran pancar api igniter, dan memperbaiki isian piroteknik.
- 3) Melakukan uji coba dan analisis melalui percobaan, dan pengamatan sehingga diperoleh suatu komponen igniter berkualitas dan dijamin mampu menyalakan roket.

### **1.2. Persyaratan Teknis Operasional**

- 1) Selongsong, bagaian dalam, dan tangkai igniter dibuat terkendali dan terangkai secara lengkap dan presisi.
- 2) Squip dan black powder memenuhi persyaratan kualitas.
- 3) Isian piroteknik tertimbang benar, dan mengandung energi panas yang cukup.
- 4) Nyala api pancaran dari igniter mulus dan tidak menimbulkan tekanan mendadak, energi panas dan waktu nyala igniter mampu mendadak, energi panas dan waktu nyala igniter mampu tekanan mendadak, energi panas dan waktu nyala igniter mampu menyalakan propelan sehingga roket dapat hidup dan menimbulkan gaya dorong.

### **1.3. Methodologi**

- 1) Merumuskan permasalahan mengenai bentuk, berat isian, volume ruang bebas, mengenai igniter case yang direncanakan, khusus untuk program peluncuran pada tahun 1996.
- 2) Merumuskan permasalahan penelitian igniter case bertingkat untuk memudahkan prosedur penelitiannya.
- 3) Merencanakan perhitungan volume ruang bebas untuk igniter RX- 250/2000, dan RX - 250/3000.

Direncanakan pula perhitungan berat isian piroteknik yang akan diisikan pada igniter case RX - 250/2000, dan RX - 250/3000.

Komponen Igniter meliputi:

- Rumah selongsong luar
- Selongsong dalam
- Ring dudukan
- Tangkai

Bahan Isian Piroteknik meliputi:

- Squip penyalanya lengkap dengan kabel penyalanya.
- Black Powder
- Propelan Isian.

## 2. PERHITUNGAN BERAT ISIAN PIROTEKNIK

Berat isian penyala menurut Sutton, hal 433, adalah

$$W_i = 0.5 (V_F)^{0.7} \dots\dots\dots 2.1$$

di mana;

$W_i$  = Berat isian penyala utama igniter (gram)

$V_F$  = Volume ruang bebas ( $\text{cm}^3$ )

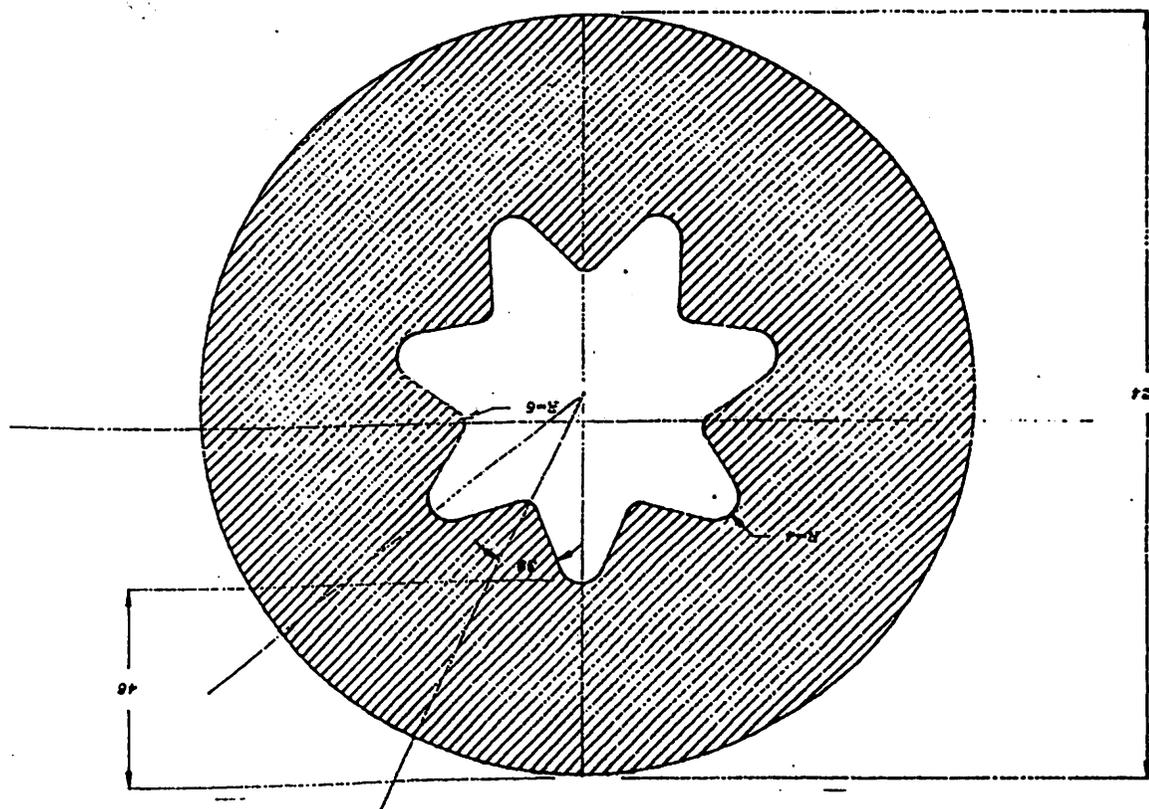
### 2.1. Perhitungan Volume Ruang Bebas

Free volume (Volume ruang bebas) adalah merupakan ruangan bebas yang terdapat di dalam rongga propelan, atau disebut ruang penempatan mandril, didekati dengan perhitungan berikut;

$$V_F = F_1 \times L \dots\dots\dots 2.2$$

$F_1$  = luas permukaan grain bintang tujuh cm

$L$  = panjang propelan motor roket (cm)



GAMBAR NO: 2.1 PENAMPANG BATANG PROPELAN

## Pendekatan Menghitung F1

$$\text{Luas D1} = 3,14/4 \times D^2 = 0,785 \times (7,2)^2 = 40,695 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luas DL} = 3,14/4 \times DL^2 = 0,785 \times (13)^2 = 132,665 \text{ cm}^2$$

$$\text{Keliling DL} = 3,14 \times DL = 3,14 \times 13 = 40,83 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang 1 bintang} = 40,82/7 = 5,831 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang satu bidang sisi propelan} = 2/3 \times 5,831 = 3,887 \text{ cm} = 4 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi} = 6,5 - 3,6 = 2,9 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan bintang} &= (0,785 \times DL) - (7 \text{ luas 1 bag bintang}) \\ &= 132,665 - 7 \times 5,58 \end{aligned}$$

$$F1 = 93,605 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luas permukaan grain bintang tujuh F1} = 93,605 \text{ cm}^2$$

Volume ruang bebas batang propelan diameter roket RX 250 mm

$$\text{Maka VF} = L \times F1$$

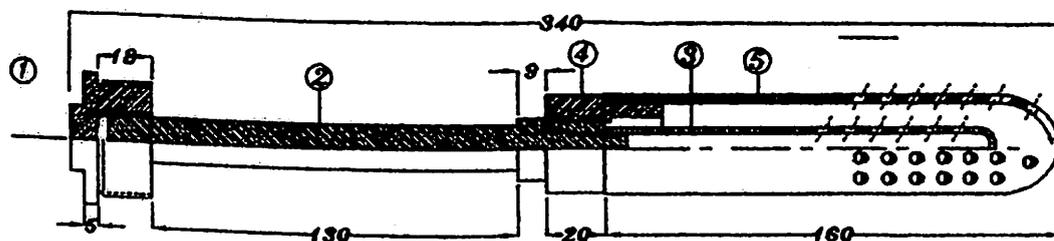
$$= 300 \times 93,605 = 28081,5 \text{ cm}^3$$

$$= 28081,5/15,625 \text{ m}^3 = 1797,21 \text{ m}^3$$

## 2.2. Desain Gambar Teknik

Desain awal yang dibuat diperkirakan komponen igniter untuk RX - 250/2000, dan RX 250/3000 akan beda volume isian dan kemampuan terutama jangkauan pancar api. Di sini untuk RX-250/2000 dikonstruksi igniter case panjang = 20 cm, diharap akan mampu menyalakan propelan l= 2000 mm, permasalahan disini adalah untuk menyiapkan igniter mampu mengeluarkan pancar api dengan energi yang sanggup menyalakan propelan diruang pembakaran motor roket.

Untuk merancang gambar teknik komponen igniter case meliputi ;



GAMBAR NO.2.2. IGNITER ROKET RX 250/2000

- 1). Dudukan
- 2). Tangkai pemegang / stik
- 3). Tabung penyala I
- 4). Dudukan tabung penyala II
- 5). Tabung Penyala II

Pada desain gambar No. 2.1. dibuat lobang selongsong masing-masing delapan ukuran 4 mili meter, bersudut 45°.

Maksud pembuatan sudut 45° tersebut untuk mengarahkan pancaran api supaya memancar ke depan bersudut pancara 45°.

Pada bagian puncak atas selongsong case igniter dibuat berlubang, jumlahnya delapan lobang, dan berdiameter 4 milimeter. Maksud bentuk seperti itu supaya pancaran nyala keluar ke depan, sehingga mencapai panjang pancaran menuju arah nosel. Hal ini diharapkan nyala pancaran api case propelan mampu menyalakan propelan pada roket RX.

### 2.3. Berat Isian Igniter

Dapat dihitung menggunakan rumus Barierr, sbb

$$W_{ig} = \frac{1}{1-T} \frac{g_0 V_c(ig) P_c(ig)}{R_a \frac{T_{ig}}{M_{ig}}} \quad 2.3$$

di mana ;

$V_c(ig)$  = Volume bebas pada ruang bakar

$P_c(ig)$  = Tekanan pembakaran awal( sekitar 30 % - 40 % tekanan pembakaran

$T_{ig}$  = Temperatur pembakaran isochoric

$T$  = Fraksi partikel Condensat hasil pembakaran

$M_{ig}$  = Berat molekul gas hasil pembakaran

Dari rumus dapat dihitung sbb;

$$W_{ig} = \frac{1}{1-0,6} \frac{1 \times 28081,5 \times 20}{8316,6 \times \frac{2590}{34,8}} = \frac{1}{0,4} \frac{8316,6}{618965,3} = 0,033 \text{ kg} = 33 \text{ gram}$$

TABEL 2.1. PANJANG ROKET, VOLUME BEBAS, DAN BERAT ISIAN

No.	L (cm)	F (cm <sup>2</sup> )	VF (ccm <sup>3</sup> )	Wi (gram)
1.	0	93,605	0	0
2.	50	93,605	309,90	27,53
3.	100	93,605	559,07	43,97
4.	150	93,605	898,6	58,4
5.	200	93,605	1198,14	71,43
6.	300	93,605	1792,21	94,883

### 3. PENGUJIAN IGNITER

Salah satu cara untuk mengetahui kemampuan suatu komponen bisa dilakukan pemeriksaan terhadap bagian komponen tersebut secara visual, atau bisa dilakukan uji coba terhadap seluruh komponen tersebut. Pada komponen igniter tunggal urutan uji coba komponen dilakukan sebagai berikut ;

- 1) Dilakukan test kemampuan elemen squip.  
Uji coba squip dilakukan sebelum dipasang dialiri 5 ohm Squip dinyatakan baik bila memercikkan bunga api dan menyala sesaat (dalam waktu pendek).
- 2) Dilakukan uji nyala komponen igniter, pengujian dengan menyalakan komponen igniter dengan aliran listrik.  
Pada pengujian ini seperti penjelasan di atas akan diamati terhadap data;
  - Panjang nyala pancaran api
  - Lebar pancaran api

#### BERAT ISIAN RX - 250/2000, DAN RX - 250/3000

Penetapan berat isian penyalu igniter; Untuk roket RX 250/2000;  
Didasarkan dari perhitungan, dan dilakukan percobaan, dan dari uji yang diamati hasilnya cukup baik, ukuran sbb;

- Berat isian = 50 s/d 60 gram
- Jenis propelan = polysulfida
- Jenis piroteknik = black powder
- Diameter selongsong = 32 mm
- Panjang selongsong = 15 cm (RX 250/2000)
- Panjang tangkai = 16 cm

Untuk roket RX 250/3000;

Didasarkan dari perhitungan rumus 2.3.1, bahwa berat isian adalah = 90 gram, sedang dari rumus empiris 2.3.3. didapat berat isian 33 gram, maka dapat diperkirakan bahwa untuk isian penyalu igniter adalah sbb;

- Berat isian = 33 s/d 90 gram
- Jenis propelan = polysulfida
- Jenis piroteknik = black powder
- Diameter selongsong = 32 mm
- Panjang selongsong = 17 cm (RX - 250/3000)

JENIS ROKET	RX 250/2000	RX 250/3000
Berat Propelan	45 gram	54 gram
Panjang Propelan	85 mm	100 mm
Jenis	Polysulfida	Polysulfida
Isian Black Powder	4 gram	5 gram
Panjang steak	60 cm	90 cm
D igniter case(luar)	38 mm	38 mm
Panjang case	90 cm	115 cm

## DATA HASIL UJI NYALA IGNITER RX - 250/20000

No	Waktu Nyala(dt)	Panjang nyala (cm)	Delay time(dt)
1.	4.34	65	4
2.	4.0	70	4
3.	4.5	65	3
4.	4.4	60	4
5.	4.6	65	4

### 4. KESIMPULAN

Penelitian igniter untuk program peluncuran roket th 1996, dilakukan modifikasi jumlah lubang pancaran api igniter. Dengan dihitung volume ruang bebas dapat ditentukan berat isian piroteknik pada igniter tersebut.

Berat isian propelan cetak pada igniter untuk roket RX - 250/2000 = 45 gram, ukuran panjang = 85 mm, diameter luar tabung selongsong = 38 mm, dan igniter roket RX-250/3000 berat isian = 54 gram, ukuran panjang= 100 mm .

Igniter untuk roket RX - 250/2000, dan untuk roket RX - 250/3000 telah dilakukan uji coba, menghasilkan pancar nyala api igniter cukup merata dan baik, tidak terjadi tekanan penyala mula yang mendadak (jumping). Igniter hasil penelitian dapat menyalakan roket pada peluncuran roket LAPAN Th 1996

### DAFTAR PUSTAKA

1. Barrere, Marcel Andre Jaumotte, Rocket Propulsion, 1960. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, London.
2. Morton shorr, Solid Rocket Technology, 1967. John Wiley and Sons, Inc, New York.
3. Lancaster, DE , Jet Propulsion Engines, 1959. Princeton, New Jersey.
4. Sutton, Rocket Propulsion Elemens, 1980. John Wiley and Sons, New York.